نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۸۲-۷۵

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 1, Spring. 2019, p. 75-82

به‌گزینی ژنوتیپ‌های نخود برای تحمل به سرما در شرایط کنترل‌شده

داود صادق‌زاده اهری[1*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۱۴

چکیده

در این مطالعه تحمل به یخزدگی ۳۳ ژنوتیپ نخود موجود در آزمایش‌های مقایسه عملکرد پیشرفته مناطق سردسیر دیم و سه ژنوتیپ شاهد (سارال، ILC 533 و جم) در اتاقک سرما و در قالب طرح لاتیس مربع با دو تکرار بررسی شد. کشت در هفتم مهر ماه انجام و تا مرحله شش هفتگی در بیرون از گلخانه نگهداری و تعداد بذرهای سبز شده آنها یادداشت گردید. گیاهچه‌ها به مدت یک ساعت در معرض سرمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس به مدت سه روز به اطاقک رشد (دمای ۴+ درجه سانتی‌گراد) منتقل شدند. گیاهان در شرایط گلخانه به مدت دو هفته و در دمای ۳±۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری و تعداد گیاهچه‌های باقیمانده ژنوتیپ‌ها ثبت شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر نسبت مقاومت به یخزدگی وجود داشت. لاین‌های شماره ۱۴(Flip98-138C*SEL99TER85074)*SEL99TH15039))، ۲۸(FLIP 00-84 C) و رقم سارال به‌ترتیب با ۱۰۰، ۹۸ و ۸۹ درصد بقاء دارای بیشترین تحمل به یخزدگی بودند. رقم نخود کاکا و لاین شماره ۱۲(Flip 98-28C*Flip 98-22C) *ICCV2)) با میزان بقای پنج درصد دارای کمترین تحمل در برابر یخزدگی بودند. جمع‌بندی نتایج ضمن تأیید وجود منابع ژنتیکی متحمل به سرما در ژرم‌پلاسم مورد مطالعه، نشان داد که امکان دسترسی به ژنوتیپ‌هایی با تحمل به سرمای بیشتر از رقم سارال به‌عنوان اولین رقم متحمل به یخبندان، جهت کشت پاییزه در مناطق سردسیر دیم وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: رقم سارال، دیم، گیاهچه، لاین، نسبت مقاومت به یخزدگی

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) در بین حبوبات یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی کشور محسوب می‌شود (Eradatmand-Asli and Mehrpanah, .2009; Parsa and Bagheri, 2008). مطابق آمار موجود، سطح زیر کشت نخود در کشور با نوساناتی در برخی سال‌ها بین ۵۵۰–۹۰۰ هزار هکتار است که بیش از ۹۰٪ آن به صورت دیم است (Anonymous, 2015 a).

اقلیم‌های سرد و فراسرد، بیش از ۶۳٪ از سطح کشور را شامل می‌شوند (Khalili *et al*., 1991) و بیش از ۶۰٪ زراعت دیم ایران در مناطق سردسیر و کوهستانی انجام می‌گیرد. وجود سرماهای شدید زیر صفر درجه سانتی‌گراد که در برخی سال‌ها حتی به ۲۵- درجه سانتی‌گراد نیز می‌رسد به همراه دوره یخبندان طولانی در سال از خصوصیات مهم اقلیمی در این مناطق است. استان‌های واقع در مناطق سردسیر کشور نظیر کردستان، آذربایجان‌های شرقی و غربی، خراسان (رضوی و شمالی)، مناطقی از کهگیلویه و بویر احمد، لرستان و غیره از جمله مناطقی هستند که زراعت نخود دیم در آن‌ها از دیرباز مرسوم است (Sadeghzadeh-Ahari, 2015).

افزایش تولید نخود و پایداری آن در مناطق مختلف دیم کشور نیازمند ایجاد، شناسایی و معرفی ارقامی است که دارای ترکیبی از قابلیت تولید بالا و تحمل به تنش‌ها باشند. آمار و گزارش‌های موجود، حاکی از کم بودن عملکرد نخود دیم (حدود ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) در این مناطق است (Anonymous, 2015 b). یکی از دلایل کم بودن عملکرد نخود دیم در این مناطق، در دسترس نبودن ارقام متحمل به سرما و کشت بهاره آن است. در مناطق سردسیری دمای حداقل مطلق در زمستان به کمتر از ۶- تا ۱۲- درجه سانتی‌گراد می‌رسد و کشت پاییزه نخود در این نواحی، باعث بروز خسارت کامل به گیاه در اثر سرما می‌شود (Saeed *et al*., 2010). نتایج مطالعات نشان داده است که، کشت پاییزه ارقام متحمل به سرما می‌تواند محصول نخود در واحد سطح را تا دو برابر افزایش دهد (Nezami *et al*., 2010; Ozdemir and Karadavut, 2003).

مرور منابع نشان می‌دهد که اغلب مطالعات مربوط به ارزیابی و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به یخزدگی در نخود تحت شرایط طبیعی (مزرعه) انجام شده ولی تنوع مکانی و زمانی در بروز سرما تحت چنین شرایطی ممکن است منجر به اخذ نتایج متفاوتی شود. به‌نظر پژوهشگران، استفاده از روش به‌گزینی در محیط‌های کنترل شده از

۱- دانشیار، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: dsadeghzade@yahoo.com)
DOI: 10.22067/gsc.v17i1.66071

محدودیت‌های فصلی جلوگیری کرده، سبب صرفه‌جویی در زمان شده و ضمن حذف عوامل ناخواسته، دقت مطالعات را افزایش می‌دهد (Keykha Akhar *et al*., 2012; Sadeghzadeh-Ahari and Farayedi, 2013; Nezami *et al*., 2007).

ارزیابی تحمل به تنش سرما در گیاهچه‌های ۲۱ روزه پنج ژنوتیپ نخود در شرایط کنترل‌شده نشان داد که با کاهش دما، میزان خسارت به غشای سلول افزایش می‌یابد (Fathi *et al*., 2016). بررسی تحمل به یخ‌زدگی هفت ژنوتیپ نخود تحت شرایط کنترل‌شده (اتاقک سرما) در دماهای مختلف (۰، ۵-، ۱۰-، ۱۵- و۲۰-) و در سنین متفاوت گیاهچه‌ای (۱، ۳ و ۶ هفتگی) نشان داد که تفاوت بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر نسبت تحمل به یخ‌زدگی وجود داشته و بیشترین خسارت یخ‌زدگی در مرحله شش هفتگی گیاهان رخ می‌دهد (Sadeghzadeh-Ahari, 2015). نتایج مطالعه روی گیاهچه‌های حاصل از کشت ریز نمونه محور جنینی به همراه تک لپه سه ژنوتیپ نخود نشان داد که بیشترین درصد خسارت یخ‌زدگی (۱۰۰درصد) در دمای ۱۶- درجه سانتی‌گراد حادث می‌گردد (Keykha Akhar *et al*., 2012).

تحقیقات انجام شده در ایستگاه‌های تحقیقاتی مناطق سردسیر دیم منجر به شناسایی برخی ژنوتیپ‌های متحمل به یخ‌زدگی در نخود دیم شده است (Sadeghzadeh-Ahari, 2011; Sadeghzadeh-Ahari, 2012). ژنوتیپ‌های مذکور منحصراً تحت شرایط طبیعی (مزرعه) مورد به‌گزینی قرار گرفته‌اند ولی به دلیل شرایط متغییر آب و هوایی از قبیل تغییر در شروع بارندگی‌های اول فصل، تغییر در تعداد روزهای یخبندان در مناطق و طی سال‌های مختلف و نیز گاهاً وجود یا عدم وجود پوشش برفی در منطقه، قاطعیتی در تعیین لاین‌های متحمل به یخ‌زدگی وجود ندارد. این بررسی به منظور تکمیل مطالعات مزرعه‌ای و در نهایت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به یخ‌زدگی و مناسب کشت در مناطق سردسیر دیم کشور انجام گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر سرمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد بر ژنوتیپ‌های نخود دیم در مرحله گیاهچه‌ای (با سنّ شش هفته)، این مطالعه در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ تحت شرایط کنترل شده (اتاقک سرما) در قالب طرح لاتیس مربع با دو تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه (طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۷ دقیقه شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۱۷۲۰ متر) اجرا شد. در این مطالعه ۳۳ ژنوتیپ نخود دیم که در آزمایش‌های پیشرفته مقایسه عملکرد دانه در ایستگاه‌های مناطق سردسیر دیم (مراغه، ارومیه، سنندج و قیدار) تحت بررسی بودند به همراه شاهدهای سارال، جم و نیز یک شاهد حساس به سرما (لاین ILC533 به‌عنوان شاهد استاندارد) شرکت داشتند.

در هر تکرار، تعداد ۱۰ عدد بذر سالم از هر ژنوتیپ با قارچ‌کش بنومیل[1] (به نسبت یک و نیم در هزار) ضدعفونی شده و در عمق پنج سانتی‌متری خاک (عمق توصیه شده برای کشت نخود دیم) در جعبه‌های مخصوص پلاستیکی (۲۵×۸۰×۱۰۰سانتی‌متر) کشت شدند. خاک مورد استفاده برای کشت خاک معمولی مزرعه (بافت کلی لوم، pH=7.3، درصد مواد آلی برابر ۰/۸ و هدایت الکتریکی برابر ۰/۸۵ دسی‌زیمنس بر متر) بوده و بلافاصله پس از کاشت اقدام به آبیاری بسترهای کشت شد. زمان کاشت هفتم مهر ماه ۱۳۹۳ بود. به‌منظور شبیه‌سازی شرایط طبیعی رشد و نمو پاییزه و القای خوسرمایی در نتیجه کاهش دما و فتوپریود رایج در پاییز، جعبه‌های کاشت در بیرون از گلخانه نگهداری (Izadi-Darbandi *et al*., 2016) و هر هفته یک‌بار اقدام به آبیاری آنها شد.

پس از رسیدن گیاهان آزمایشی به سن شش هفتگی اقدام به یادداشت‌برداری از تعداد بذور سبز شده گردیده و جعبه‌های کاشت به شرایط کنترل شده (اتاقک سرما) منتقل شدند. به منظور ایجاد هستک یخ و جلوگیری از فراسرد شدن گیاهچه‌ها اقدام به پاشش قشر نازکی از محلول حاوی باکتری‌های فعال مولد هستک یخ (INAB[2]) بر سطح گیاهان در دمای ۲- درجه سانتی‌گراد شد (Izadi-Darbandi *et al*., 2016). دمای اتاقک سرما تا رسیدن به دمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد با روند کاهشی دو درجه در ساعت تنظیم و پس از رسیدن به دمای مذکور، گیاهان به مدت یک ساعت در اتاقک نگهداری شدند. سپس گیاهچه‌ها به مدت سه روز در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و بعد از آن به مدت دو هفته در شرایط دمایی ۳ ±۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در پایان اقدام به یادداشت‌برداری از تعداد گیاهان باقیمانده در ژنوتیپ‌های آزمایشی گردید.

در این بررسی با یادداشت‌برداری از تعداد بذور سبز شده قبل از تیمار سرما (P_1) و تعداد گیاه باقیمانده پس از تیمار سرما (P_2) و با استفاده از حاصل نسبت P_2 بر P_1 نسبت مقاومت به یخ‌زدگی (FRR)[3] ژنوتیپ‌های آزمایشی محاسبه شد (Wery, 1990). از نرم‌افزار MSTAT-C برای تجزیه آماری داده‌ها استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون‌های کمترین اختلاف معنی‌دار آماری (LSD) در سطح احتمال یک و پنج درصد استفاده شد. بر مبنای روش‌های مورد استفاده توسط سایر پژوهشگران، ژنوتیپ‌هایی که نسبت تحمل به سرمای آنها ۱-۰/۹۱، ۰/۹۰-۰/۸۱ و ۰/۸۰ - ۰/۷۱ بود به‌ترتیب در گروه خیلی مقاوم، مقاوم و متحمل دسته‌بندی شدند (Farayedi,2007; Yazdi Samadi *et al*., 2004).

1- Benomyl 50% WP
2- Ice Nucleation Active Bacteria
3- Frost Resistance Ratio (FRR)

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر تحمل به یخزدگی (FRR) وجود داشت (جدول ۱). این امر حاکی از وجود تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسم مورد بررسی می‌باشد. گزارش‌هایی در خصوص وجود تنوع ژنتیکی در مورد صفت تحمل به سرما در نخود موجود است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشته و آن را تأیید می‌کند (Heydarvand *et al*., 2011; Kanouni *et al*.,2009; Zare-Mehrjerdi *et al*., 2005; Naderi *et al*., 2013; Croser *et al*., 2003).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفت نسبت مقاومت به یخزدگی در ژنوتیپ‌های آزمایشی نخود تحت شرایط اتاقک سرما

Table 1- Analysis of frost resistance ratio in chickpea genotypes under cold room condition

منبع تغییرات S.O.V		درجهٔ آزادی d.f	میانگین مربعات MS
Replication تکرار		1	0.053 ns
Genotype ژنوتیپ		35	0.15**
Blocks in reps بلوک‌های داخل تکرار		10	0.08
Error خطای آزمایشی	Effective موثر	25	0.050
	بلوک کامل	35	0.055
	داخل بلوک	25	0.045
Relative usefulness to RCBD سودمندی نسبی نسبت به طرح بلوک			108.3
C.V% درصد ضریب تغییرات			58.8

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ns= فاقد اختلاف معنی‌دار آماری

** Significant at 1% probability level, ns= not significant

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۱۴، ۲۸، ۱۳ (رقم سارال)، ۱۱ و ۱۷ به‌ترتیب با نسبت مقاومت به یخزدگی یک (صد در صد بقاء)، ۰/۹۸، ۰/۸۹، ۰/۷۵ و ۰/۷۰ از تحمل به سرمای بیشتری تحت شرایط این بررسی برخوردار بوده و در مقایسات میانگین به روش LSD (سطح احتمال پنج درصد) در بالاترین گروه آماری قرار گرفتند. رقم سارال در سال ۱۳۹۲ به‌عنوان اولین رقم مقاوم به یخبندان در کشور معرفی گردید و نتایج پژوهش‌های انجام شده نشان داده است که ضمن تحمل به سرمای پاییزه و زمستانه موجود در مناطق سردسیر دیم کشور در زیر پوشش برفی، ژنوتیپی با تحمل مناسب در برابر سرمای بدون پوشش برف (سرمای تا ۱۸- درجه سانتی‌گراد) است (Sadeghzadeh-Ahari, 2015; Kanouni *et al*., 2013). نتایج پژوهش حاضر نیز حاکی از تحمل نسبتاً مناسب رقم سارال در برابر تنش یخزدگی بود.

نتایج همچنین نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۱۴ و ۲۸ در برابر تنش یخزدگی تحمل بیشتری در مقایسه با رقم سارال دارند. وجود منابع ژنتیکی متحمل به سرما در نخود توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Sedaghat Khahi *et al*., 2011; Nezami and Bagheri, 2006; Kanouni *et al*., 2009; Farayedi, 2007; Porsa *et al*., 2016) که در راستای نتایج این پژوهش بوده و آن را تأیید می‌کند.

گروه‌بندی ژنوتیپ‌های آزمایشی بر مبنای آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار آماری نشان داد که در مقایسه با رقم شاهد سارال تعداد ۱۵ ژنوتیپ (حدود ۴۲ درصد از ژنوتیپ‌های آزمایشی) از نظر تحمل به یخزدگی اختلافی نداشتند و متقابلاً تعداد ۵ و ۱۶ ژنوتیپ به‌ترتیب در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ با رقم سارال اختلاف آماری معنی‌داری داشته و در کلاس‌های مجزایی گروه‌بندی شدند (جدول ۲).

نتایج این پژوهش نشان داد که حدود ۳۱٪ از ژنوتیپ‌های آزمایشی از نسبت مقاومت به یخزدگی بالاتر از ۰/۵(درصد بقای بیشتر از ۵۰ درصد) برخوردار بوده و بر مبنای روش مورد استفاده در گروه‌بندی ژنوتیپ‌های آزمایشی (Farayedi, 2007; Yazdi Samadi *et al*., 2004) دو ژنوتیپ شماره ۱۴ و ۲۸ با نسبت مقاومت به یخزدگی ۱-۰/۹۱ (بقای ۱۰۰-۰/۹۱ درصد) در گروه ژنوتیپ‌های خیلی مقاوم و ژنوتیپ شماره ۱۱ در گروه مقاوم جای داشته و ژنوتیپ شماره ۱۷ در گروه متحمل به یخزدگی قرار گرفت (جدول ۲ و شکل ۱). بر این مبنا حدود ۱۱ درصد از ژنوتیپ‌های تحت بررسی از تحمل نسبتاً مناسبی در برابر تنش یخزدگی اعمال شده برخوردار بودند. بر اساس ماهیت ژرم‌پلاسم مورد مطالعه، مرحله رشدی، شدت و مدت اعمال تنش سرما، محیط آزمایشی (مزرعه و یا کنترل‌شده)، نتایج مختلفی از بررسی میزان تحمل به سرما و یخزدگی در ژرم‌پلاسم نخود گزارش شده است. نتایج یک بررسی در شرایط مزرعه‌ای روی ۱۰ ژنوتیپ نخود تیپ کابلی نشان داد که ۱۰٪ درصد از ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نوع مقاوم و ۷۰٪ از نوع متحمل به

سرما بودند ولی ژنوتیپ خیلی مقاوم به سرما وجود نداشت (Farayedi, 2007). صداقت‌خواهی و همکاران (Sedaghat Khahi *et al*., 2011) در بررسی ۸۱ ژنوتیپ متحمل به سرما در منطقه مشهد نشان دادند که درصد بقای ۷۳ درصد از نمونه‌ها بیش از ۷۵ درصد بود.

شاهد حساس به سرما (ILC 533) در این بررسی دارای نسبت مقاومت به یخزدگی ۰/۱۳ بوده و پس از آن ژنوتیپ‌های شماره ۲۶، ۴، ۳۵ (توده بومی قزوین)، ۱۲ و ۳۶(رقم کاکا) ضمن داشتن تفاوت معنی‌دار آماری با سایر ژنوتیپ‌ها، در پایین‌ترین گروه آماری قرار گرفته و از تحمل کمتری نسبت به آنها برخوردار بودند (جدول ۲). مطالعات انجام شده توسط سایر پژوهشگران نیز حاکی از تحمل کم ژنوتیپ ILC 533 به یخزدگی است (Naderi *et al*., 2013; Kanouni *et al*., 2009; Saeed *et al*., 2010; Kanouni, 2004; Sadeghzadeh-Ahari, 2015). همچنین گزارش شده است که نخود توده بومی قزوین در کشت زودهنگام پاییزه حساس به تنش سرمایی بوده و از تحمل به یخزدگی مطلوبی برخوردار نیست (Saeed e*t al*., 2010; Saghfi *et al*., 2013).

جدول ۲- مقایسه میانگین نسبت مقاومت به یخزدگی ژنوتیپ‌های نخود تحت شرایط کنترل شده

Table 2- Mean comparisons of frost resistance ratio in chickpea genotypes under cold room condition

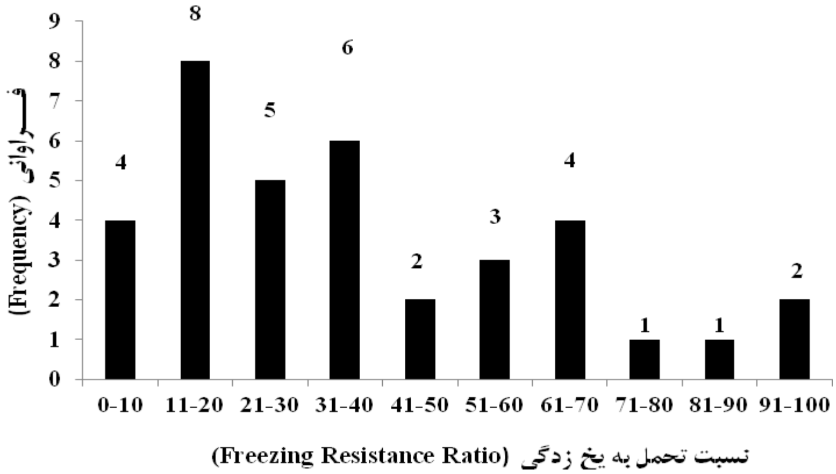
شماره NO.	ژنوتیپ Genotype	نسبت مقاومت به یخزدگی Frost Resistance Ratio
1	(S 00787*Flip 98-28C)* ILC 1929	0.250 e*
2	S 00791*Flip 98-23C)* ICCV2	0.392 d
3	Flip 98-131C*Flip 99-47C	0.450 c
4	Flip 97-195C*Flip 97-23C	0.100 e
5	Flip 98-128C*Flip 97-102C	0.350 d
6	Flip 97-220C*Flip 98-178C	0.222 e
7	Flip 98-131C*Flip 98-50C	0.400 d
8	Flip 97-220C*Flip 98-178C	0.579 c
9	Flip 98-130C* Lebanese market	0.167 e
10	(Flip 97-81C*Flip 97-25C)*ICCV2	0.200 e
11	(Flip 97-149C*Flip 97-26C)* ICCV2	0.746 c
12	(Flip 98-28C*Flip 98-22C)* ICCV2	0.054 e
13	SARAL (Cold Tolerance Check)	0.892 c
14	(Flip98-138C* SEL99TER85074)*SEL99TH15039	1.000 c
15	Flip98-138C*SEL99TH15039	0.153 e
16	Flip98-15C* S 98033	0.219 e
17	CA9783007*SEL99TER85534	0.700 c
18	UZ-6075*SEL99TER85581	0.650 c
19	(Flip98-52C*Flip98-12C)* SEL99TH15045	0.700 c
20	(S 00794*Flip 98-38C)*ILC 1929	0.400 c
21	Flip 98-130C*Flip 97-23C	0.250 e
22	Flip 98-133C*Flip 98-117C	0.208 e
23	Flip 97-131C*Gokce	0.558 c
24	(ILC4291* Flip98-129C)*S 98008	0.190 c
25	FLIP 98-108C	0.313 d
26	FLIP 97-118 C (Saeid)	0.117 e
27	FLIP 00-75	0.675 c
28	FLIP 00-84	0.975 c
29	FLIP 02-85	0.512 c
30	Sel 96th.11439	0.456 c
31	ILC 482	0.153 e
32	ILC 3279(Binalood)	0.135 e
33	ILC 533(Cold Suseptible Check)	0.132 e
34	JAM	0.306 d
35	Ghazvin Local	0.069 e
36	Kaka	0.053 e

LSD 1% = 0.63

LSD 5% = 0.46

* حرف d نشان‌دهنده تحمل کمتر از شاهد مقاوم به یخزدگی (رقم سارال) در سطح ۵٪ LSD، حرف e نشان‌دهنده تحمل کمتر از شاهد مقاوم به یخزدگی در سطح ۱٪ LSD و حرف c به معنی تحمل در سطح شاهد مقاوم به یخزدگی (بدون اختلاف معنی‌دار) است.

* d letter indicates the tolerance less than the freezing tolerance of check (Saral) at LSD=0.05, e letter indicates the resistance less than the freezing tolerance of check (Saral) at LSD=0.01 and c letter indicates no significant difference with check (Saral).



شکل ۱- فراوانی نسبت تحمل به یخ‌زدگی ژنوتیپ‌های نخود در شرایط کنترل‌شده

Figure 1- Frost resistance ratio frequency histogram of chickpea genotypes under controlled condition

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که از نظر مقاومت به یخ‌زدگی در ژرم‌پلاسم اصلاحی تنوع وجود داشته و ژنوتیپ‌های شماره ۱۴ و ۲۸ به‌عنوان منابع ژنتیکی مقاوم‌تر از رقم سارال در برابر تنش یخ‌زدگی بودند. بررسی‌های تکمیلی در زمینه مطالعه سازگاری و پایداری عملکرد دانه با استفاده از ژنوتیپ‌های منتخب در کشت پاییزه مناطق سردسیر دیم در کنار اطلاعات حاصل از این پژوهش جهت دستیابی به ژنوتیپ‌های مقاوم‌تر از رقم سارال توصیه می‌شود. همچنین به دلیل تحمل نسبتاً مناسب رقم سارال در برابر تنش یخ‌زدگی در مرحله شش هفتگی، توسعه کشت و کار پاییزه آن در مناطق سردسیر دیم که پس از بارندگی‌های پاییزه مناسب برای سبز شدن بذور به یک‌باره دما هوا به زیر صفر نزول‌می‌کند (مناطقی از استان‌های آذربایجان‌شرقی، آذربایجان‌غربی، کردستان، زنجان، همدان، اردبیل و غیره) توصیه می‌گردد.

References

1. Anonymous. 2015 a. Statistical information of agricultural crops production in Iran. Department of Statistics. Ministry of Jihad-e-Keshavarzi 1: 1-44. (in Persian).
2. Anonymous. 2015 b. Survey of harvest area and crop production during 36 years (1977-2013). Department of Statistics. Ministry of Jihad-e-Keshavarzi 112-118. (in Persian).
3. Croser, J. S., Clarke, H. J., Siddique, K. H. M., and Khan, T. N. 2003. Low-temperature stress: implications for chickpea (*Cicer arietinum* L.) improvement. Critical Reviews in Plant Sciences 22 (2): 185-219.
4. Eradatmand-Asli, D., and Mehrpanah, H. 2009. Pulse Crops Production and Nitrogen Fixation. Islamic Azad University of Saveh. (in Persian).
5. Farayedi, Y. 2007. Study on agronomic characteristics and cold hardiness in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in autumn rainfed sowing condition. Seed and Plant Improvement Journal 23 (4): 489-503. (in Persian with English abstract).
6. Fathi, E., Tahmasebi, I., and Teimoori, N. 2016. Electrolyte leakage and catalase and peroxidase activity in chickpea genotypes seedling responding to low temperatures. Agro Ecology Journal 12 (2): 25-34. (in Persian with English abstract).
7. Heidarvand, L., Maali Amiri, R., Naghavi, M. R., Farayedi, Y., Sadeghzadeh, B., and Alizadeh, Kh. 2011. Phisiological and morphological characteristics of chickpea accessions under low temperature stress. Russian Journal of Plant Physiology 58 (1): 157-163.
8. Izadi-Darbandi, E., Nezami A., Hassanbeigy, R., and Janalizadeh Ghazvini, M. 2016. The effect of freezing stress on percentage of electrolytes leakage and survival of flixweed (*Descurainia sophia* L.) seedlings. Iranian Journal of Field Crops Research 14 (2): 369-379. (in Persian with English abstract).
9. Kanouni, H., Khalily, M., and Malhotra, R. S. 2009. Assessment of cold tolerance of chickpea at rainfed highlands of Iran. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Sciences 5 (2): 250-254.
10. Kanouni, H. 2004. Study of cold tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in fall sown nurseries. Seed and Plant Improvement Journal 20 (1): 89-99. (in Persian with English abstract).

11. Kanouni, H., Farayedi, Y., Sabaghpour, S. H., Sadeghzadeh- Ahari, D., Shahab, M. R., Kamel, M., Saeid, A., Mahmoodi, A. A., Pezeshkpour, P., Norollahi, Kh., Hasanpour- Hosni, M., Mahdie, M., Bahrami Kamangir, S., Mahmoodi, F., Nemati-Fard, M., and Ghasemi, M. 2013. Saral, new chickpea variety to expand autumn sowing in highland cold areas of Iran. Research Achievements for Field and Horticulture Crops 2 (4): 265-276. (in Persian with English abstract).
12. Keykha Akhar, F., Bagheri, A., Moshtaghi, N., and Nezami, A. 2012. Selection for freezing tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) by in vitro culture. Iranian Journal of Field Crops Research 10 (2): 292-298. (in Persian with English abstract).
13. Khalili, A., Hojam, S., and Irannejhad, P.1991. Extensive project of country water. Vol.4. Recognization of Iranian climatology, weather divisions. Ministry of Power publications. 274 pp. (in Persian).
14. Naderi, H., Shokrpoor, M., Asghari, A., Kanooni, H., and Esfandiari, A. 2013. Evaluation of cold tolerance in winter sowing of chickpea (*Cicer arietinum* L.) using morphological and phenological traits in Kurdistan. Iranian Journal of Pulses Research 4 (1):69-80. (in Persian with English abstract).
15. Nezami, A., Bagheri, A., Rahimian, H., Kafi, M., Nasiri Mahalati, M. 2007. Evaluation of freezing tolerance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under controlled conditions. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 10 (4): 257-269.
16. Nezami, A., and Bagheri, A. 2006. Preliminary evaluation of phenology, yield components and yield of fall chickpea genotypes in the Mashhad conditions. Agricultural Sciences and Technology Journal 20 (3): 71-80. (in Persian with English abstract).
17. Nezami, A., Sedaghatkhahi, H., Porsa, H., Parsa, M., and Bagheri, A. R. 2010. Evaluation of autumn sowing chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes of cold tolerant under supplemental irrigation. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 415-423. (in Persian with English abstract).
18. Ozdemir, S., and Karadavut, U. 2003. Comparison of the performance of autumn and spring sowing of chickpeas in a temperate region. Turk Journal of Agriculture and Forestry 27: 345-352.
19. Parsa, M., and Bagheri, A. R. 2008. Pulses. Mashhad Jihad-e- Daneshghahi Publ. (in Persian).
20. Porsa, H., Nezami, A., Bagheri, A. and Najibnia, S. 2016. Agronomic assessment of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in fall sowing at Mashhad conditions. Iranian Journal of Pulses Research 7 (1): 37-53. (in Persian with English abstract).
21. Saeed, A., Darvishzadeh, R., Hovsepyan, H., and Asatryan, A. 2010. Tolerance to freezing stress in *Cicer* accessions under controlled and field conditions. African Journal of Biotechnology 9 (18): 2618-2626.
22. Saghfi, S., Eivazi, A. R., and Qasimov, N. 2013. Assessing of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes to cold stress with different planting dates. International Journal of Agronomy and Plant Production 4 (8):1903-1909.
23. Sadeghzadeh-Ahari, D. 2011. Improving researches results of dryland pulses. Dryland Agricultural Research Institute publications. (in Persian).
24. Sadeghzadeh-Ahari, D. 2012. Improving researches results of dryland pulses. Dryland Agricultural Research Institute publications. (in Persian).
25. Sadeghzadeh-Ahari, D. 2015. Effect of freezing temperatures on different seedling ages of chickpea genotypes under controlled conditions. Seed and Plant Production Journal 31 (2): 161-172. (in Persian with English abstract).
26. Sadeghzadeh-Ahari, D., and Farayedi, Y. 2013. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) advanced lines to no snow cover cold in fall planting. Seed and Plant Improvement Journal 29 (4): 711-727. (in Persian with English abstract).
27. Sedaghat Khahi, H., Parsa, M., Nezami, A., Bagheri, A., and Porsa, H. 2011. Evaluating of the morphological and phenological characteristics of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes at Entezary sowing in Mashhad conditions. Iranian Journal of Pulses Research 3 (1): 41-52. (in Persian with English abstract).
28. Singh, K. B.1990. Winter chickpea: problems and potential in the Mediterranean region. Options Mediteraneees 9: 25-34.
29. Zare-Mehrjerdi, M., Bagheri, A. R., and Vesal, S. R. 2005. Screening approach for cold tolerance screening in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Proceedings of the first national pulse crops symposium of Iran. 441-444. (in Persian).
30. Yazdi Samadi, B., Majnoun Hosseini, N., and Peighambari, S. 2004. Evaluation of cold hardiness in lentil genotypes (*Lens culinaris* medik.) Seed and plant Improvement Journal 20 (1): 23-37. (in Persian with English abstract).
31. Wery, J .1990. Adaptation to frost and drought stress in chickpea and implications in plant breeding.pages:77-85. In: M.C. Saxena, J. I. Cubero, J. Wery (Eds.). Present status and future prospects of chickpea crop production and improvement in the Mediterranean countries. Options Mediterraneenes Serie Seminaries. No. 9. CHEAM. France.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 1, Spring. 2019, p. 75-82

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۸۲-۷۵

Selectivity of Cold Tolerant Chickpea Genotypes under Controlled Condition (Cold room)

D. Sadeghzadeh-Ahari[1*]

Received: 12-07-2017
Accepted: 06-10-2018

Introduction: Chickpea is the most important field crop among food legumes in Iran. According to the published statistic by agricultural ministry of Iran, cultivation area of chickpea varies between 550– 900 thousand hectares that more than of 90% them cultivated under dryland condition. More than 63% of country has cold and higher cold climates and more than 60% of drylands in Iran located in cold and highlands where temperature declines to -25°C in some years, with continues cold duration (more than 100 days per year). Reports show that the yield of chickpea is low in cold areas (about 500 $kg.ha^{-1}$) because of the spring planting and lack cold tolerant cultivars suitable for autumn planting. In cold regions that absolute minimum temperature in winter reaches under -6°C till -12°C, studies showed that it may be complete damage occurrence if chickpea planted in autumn. Studies showed that planting of cold tolerance varieties increased the yield of chickpea almost twice. Hence, screening chickpea germplasms for cold tolerance will help to release new cold tolerant cultivars. The literature review suggests that most studies related to the evaluation and screening of chickpea cold tolerance were done under natural conditions (field), but the spatial and temporal variation in the weather under such circumstances may lead to different results. Researchers reported that using from controlled condition for screening cold tolerance genotypes in chickpea germplasm would prevent seasonal restrictions, saving time and increasing the accuracy of studies while eliminating unwanted factors.

Materials and Methods: In order to study on cold tolerance of 33 Kabuli chickpea genotypes along with three controls (Saral, ILC 533 and Jam), this study carried out in square lattice design (6×6) with two replications under controlled condition (cold room) at Maragheh Dryland Agricultural Research Station, during growing season 2014-2015 . Ten seeds of each genotype after surface sterilized with fungicide (Benomile with 0.015%) planted in five cm depth in planting boxes (100×80×25 cm) at early autumn (29 September). In order to simulation of natural growth condition in autumn and acclimation of seedlings, planted boxes incubated outside of green house. Number of germinated seeds was recorded and seedling of genotypes at six-week stage, incubated in cold room. The temperature of cold room decreased two degrees in each hour up to minus 15°C and seedlings remained for one hour at this temperature. A thin layer of ice nucleation active bacteria sprayed on the surface of seedlings at -2°C in order to establish ice nucleation and prevent ultra-freezing of seedlings. Then temperature increased up to 4°C for three days and boxes transferred to green house for two weeks under 20±3°C. Frost resistance ratios (FRR) of genotypes calculated and analyzed. According to other studies and reports the genotypes with 0.91-1 and 0.81-0.90 FRR classified in highly resistance and resistance groups, respectively.

Results and Discussion: Results showed that there was significant ($p \leq 0.01$) differences in frost resistance ratio (FRR) among the investigated genotypes. Lines 14 (Flip98-138C* SEL99TER85074)*Sel.99th.15039, 28 (FLIP 00-84 C) and Saral cultivar had the highest FRR (100, 98 and 89 survived percentage, respectively) among the genotypes. Also Kaka cultivar and line 12 (Flip 98-28C*Flip 98-22C)* ICCV2 had the lowest frost tolerance among the studied genotypes.

1- Faculty member of Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran

(*- Corresponding Author Email: dsadeghzade@yahoo.com)

About 30% of genotypes could tolerate the frost damage, for example, genotypes 14 and 28 had between 0.9-1.0 ratio, whereas, the FRR of susceptible check (ILC533) was 0.13.

Conclusions: The existence of wide range of diversity for frost resistance among the studied germplasm would be useful to introduce new tolerant chickpea cultivars with autumn-sown potential. Moreover, the tolerance of Saral cultivar to frost stress, its cultivation under cold dryland regions could be recommended as the first frost tolerant variety in the country.

Keywords: Dryland, Frost resistance ratio, Line, Saral cultivar, Seedling